บทที่ 4

ผลการดำเนินงานวิจัย

ในบทนี้จะเป็นผลที่ได้จากการดำเนินงาน หลังจากการออกแบบและพัฒนาโปรแกรม ซึ่งจะขออธิบาย โดยแบ่งออกเป็นหัวข้อหลักดังต่อไปนี้

- การควบคุมรถแบบบังคับเองผ่านแท่นควบคุม
- การควบคุมรถผ่านคอมพิวเตอร์
- การวิเคราะห์สัญญาณภาพ
- การวิเคราะห์สัญญาณ GPS
- การบอกทิศทางโดยใช้แผนที่
- การวิ่งอัตโนมัติในสนามฟุตบอล

4.1 การควบคุมรถแบบบังคับด้วยมือ

การควบคุมรถแบบบังคับด้วยมือจะมีรูปแบบการสั่งงาน 2 ระบบซึ่งประกอบด้วย

4.1.1 ระบบควบคุมระยะใกล้

จากการควบคุมรถแบบระยะใกล้ สามารถควบคุมการทำงานของรถได้ โดยใช้แท่นบังคับแบบมีสายที่ต่อไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งการควบคุมแบบนี้มีอัตราการตอบสนองที่ดี

4.1.2 ระบบควบคุมระยะไกล

ในส่วนของการควบคุมรถแบบระยะไกล สามารถสรุประยะการทำงานของรถ โดยการควบคุมด้วยคลื่นวิทยุเพื่อให้รถทำภารกิจที่กำหนด โดยแต่ละภารกิจจะทำทั้งสิ้น 40 ครั้ง แยกเป็น 4 ระยะ ระยะละ 10 ครั้ง โดยภารกิจที่มีคือการหยุดรถ การบังคับเลี้ยวและการหลบหลีกสิ่งกีดขวาง ทั้งนี้รถวิ่งที่ความเร็วประมาณ 10 กม./ชม. ผลการทดลองได้แสดงดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ร้อยละของความสำเร็จของการควบคุมรถด้วยคลื่นวิทยุแบบบังคับด้วยมือ

ภารกิจ	ระยะการควบคุม (เมตร)			
	0-10	11-20	21-30	31-40
หยุดรถ ให้รถหยุดในจุดที่กำหนดในระยะผิดพลาดไม่เกิน 50 ซม.	100%	100%	40%	10%
เลี้ยวโค้ง ให้รถเลี้ยวโค้งตามเส้นทางโค้ง โดยไม่ตกข้างทาง	100%	80%	30%	0%
หลบสิ่งกีดขวาง ให้หลบสิ่งกีดขวางขนาดประมาณ 1 เมตรโดยไม่ชน	90%	70%	20%	0%

จากผลการทดลองสามารถควบคุมการทำงานของรถด้วยคลื่นวิทยุได้ในระยะการควบคุมตั้งแต่ 0 ถึง 20 เมตร ซึ่งระยะการควบคุมของรถด้วยคลื่นวิทยุขึ้นอยู่กับความสามารถของชุดภาครับและภาคส่งที่ใช้ในการบังคับ โดยการหยุดรถจะให้ผลสำเร็จที่มากที่สุด ตามด้วยการเลี้ยวโค้งและหลบสิ่งกีดขวาง

สาเหตุที่ไม่สามารถควบคุมรถได้ในทุกระยะ นอกจากเรื่องกำลังของเครื่องรับ-ส่งแล้วก็คือเรื่องสัญญาณรบกวน (Noise) โดยมากจะมาจากอุปกรณ์ไฟฟ้าที่จ่ายกระแสสูงจึงมีสัญญาณรบกวนปะปนออกมาด้วยเสมอ ปัญหาสัญญาณรบกวนจะเกิดขึ้นได้ เช่น ตัวรับอยู่ไกลจากเครื่องส่งมากและสายอากาศอยู่ใกล้กับสัญญาณรบกวนเกินไปก็จะถูกกวนได้

การทดสอบหาสัญญาณรบกวน โดยนำตัวรับต่อกับ Servo แล้วเอาสายอากาศขดเป็นวงเล็กๆ นำเข้าใกล้อุปกรณ์ที่คาดว่าจะเป็นตัวส่งสัญญาณรบกวน ถ้า Servo ขยับเอง แสดงว่ามีสัญญาณรบกวน ซึ่งได้ทำการติดตั้งตัวรับและ Servo ไว้กับรถ ผลการทดสอบก็คือ เมื่อตัวรับและตัวส่งมีระยะห่างประมาณ 21-30 เมตร ตัว Servo จะขยับเองโดยที่ตัวส่งไม่ได้ทำการบังคับ แสดงว่าในตัวรถมีสัญญาณรบกวน

ทั้งนี้ในการใช้งานปกติระยะ 20 เมตรก็เพียงพอสำหรับการควบคุม

4.2 การควบคุมรถผ่านคอมพิวเตอร์

ในส่วนของการควบคุมรถผ่านคอมพิวเตอร์ ได้ทดสอบโดยการควบคุมให้รถทำภารกิจลักษณะเดียวกับในส่วนที่ 4.1.2 คือการบังคับให้หยุด บังคับให้เลี้ยวตามทาง และบังคับให้หลบสิ่งกีดขวาง ซึ่งผู้ทดสอบที่ทำการควบคุมรถผ่านคอมพิวเตอร์สามารถทำภารกิจได้ครบถ้วน จึงทดสอบเพิ่มเติมถึงจำนวนครั้งของคำสั่งที่รถได้กระทำจริง จากการสั่งงานผ่านคอมพิวเตอร์ ในที่นี้ได้ทดสอบการสั่งให้รถเคลื่อนที่ไปด้านหน้าโดยการกดปุ่มหลายครั้งใน 1 วินาทีว่ารถได้เคลื่อนที่กี่ครั้ง ซึ่งโดยปกติสิ่งที่อาจจะเกิดขึ้นคือ ถึงแม้จะกดสั่งงานหลายครั้งแต่ตัวรถอาจไม่สามารถตอบสนองต่อคำสั่งที่สั่งอย่างต่อเนื่องได้ ซึ่งสามารถสรุปการทำงานของรถโดยการควบคุมผ่านคอมพิวเตอร์ โดยการควบคุมรถ ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองโดยการควบคุมรถผ่านคอมพิวเตอร์

ครั้งที่	การสั่งการควบคุมใน 1 วินาที				
	กดปุ่ม 1 ครั้ง	กดปุ่ม 2 ครั้ง	กดปุ่ม 3 ครั้ง	กดปุ่ม 4 ครั้ง	กดปุ่ม 5 ครั้ง
1	ทำงาน 1 ครั้ง	ทำงาน 2 ครั้ง	ทำงาน 3 ครั้ง	ทำงาน 3 ครั้ง	ทำงาน 4 ครั้ง
2	ทำงาน 1 ครั้ง	ทำงาน 2 ครั้ง	ทำงาน 3 ครั้ง	ทำงาน 4 ครั้ง	ทำงาน 3 ครั้ง
3	ทำงาน 1 ครั้ง	ทำงาน 2 ครั้ง	ทำงาน 3 ครั้ง	ทำงาน 3 ครั้ง	ทำงาน 4 ครั้ง
4	ทำงาน 1 ครั้ง	ทำงาน 2 ครั้ง	ทำงาน 3 ครั้ง	ทำงาน 4 ครั้ง	ทำงาน 4 ครั้ง

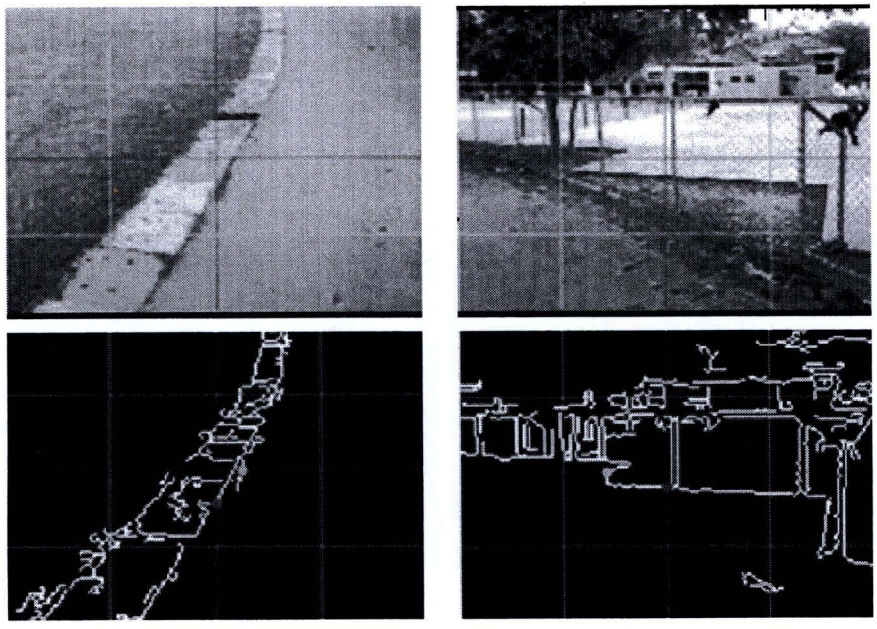
จากผลการทดลองสามารถสรุปการทำงานของรถโดยการควบคุมผ่านคอมพิวเตอร์ ได้ดังนี้ เมื่อมีการกดปุ่มควบคุมให้รถทำงาน รถมีการตอบสนองทันทีเมื่อมีการสั่งการควบคุมในครั้งแรก และเมื่อมีการกดปุ่มมากกว่า 3 ครั้งใน 1 วินาที รถจะทำงานไม่ตรงตามจำนวนครั้งที่ทำการกดปุ่มควบคุม เนื่องจากการทำงานของรถมีการหน่วงเวลาการทำงาน

4.3 การวิเคราะห์สัญญาณภาพ

ในงานวิจัยนี้มีส่วนของการวิเคราะห์สัญญาณภาพอยู่ 2 ระบบ คือการวิเคราะห์หาขอบทางและการวิเคราะห์หาป้ายจราจร

4.3.1 ระบบการวิเคราะห์หาขอบทาง

ในส่วนของการวิเคราะห์หาขอบทาง ด้วยการประมวลผลภาพ ได้แสดงขั้นตอนดังรูปที่ 4.1

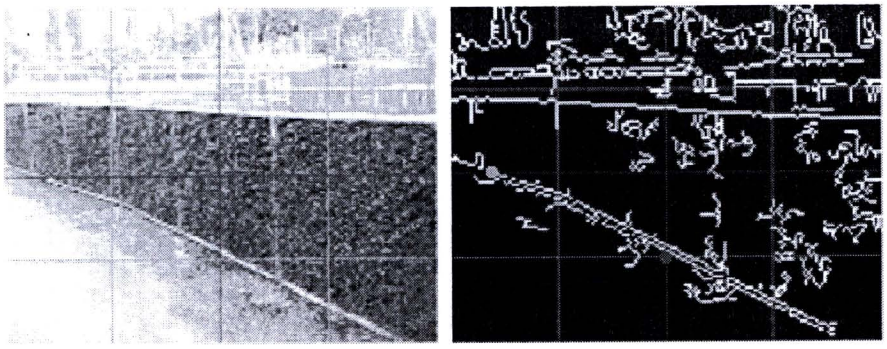


สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

รูปที่ 4.1 ตัวอย่างการหาขอบทาง ด้านซ้ายเป็นภาพจากกล้องด้านซ้าย และด้านขวาเป็นภาพจากกล้องด้านขวา

ในการทดลองระบบการวิเคราะห์หาขอบทาง สามารถวิเคราะห์ภาพในสภาวะที่แตกต่างกันดังนี้

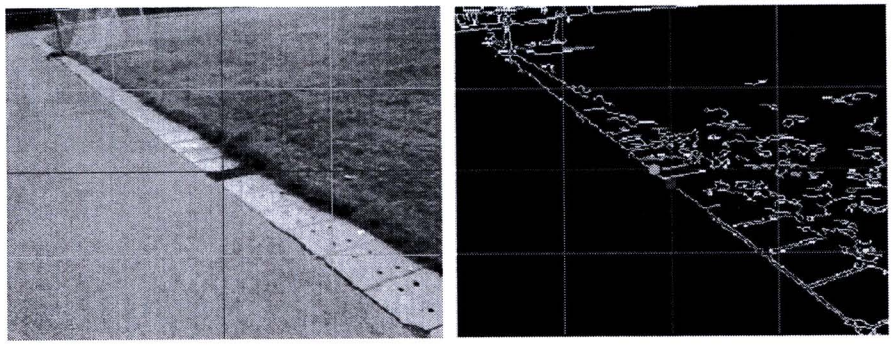
กรณีภาพที่มีแสงมาก



รูปที่ 4.2 ตัวอย่างของภาพที่มีแสงมาก

จากรูปที่ 4.2 เป็นภาพในสภาพที่มีแสงมาก โดยผลการทดลองในการหาขอบทางจะเห็นขอบทั้งหมดได้อย่างชัดเจน

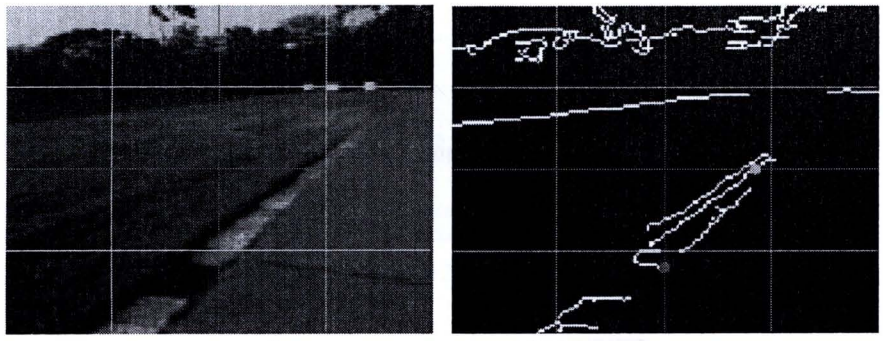
กรณีภาพที่มีแสงปานกลาง



รูปที่ 4.3 ตัวอย่างของภาพที่มีแสงปานกลาง

จากรูปที่ 4.3 เป็นภาพในสภาวะที่มีแสงปานกลาง โดยผลการทดลองในการหาขอบทางจะเห็นขอบทั้งหมดได้อย่างชัดเจน

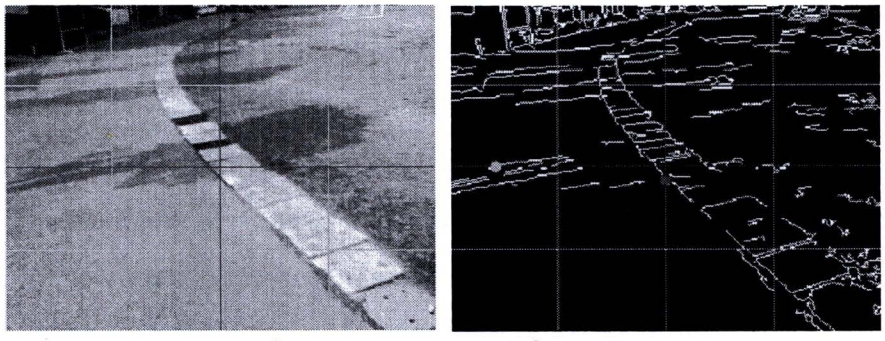
กรณีภาพที่มีแสงน้อยมาก



รูปที่ 4.4 ตัวอย่างของภาพที่มีแสงน้อย

จากรูปที่ 4.4 เป็นภาพที่ในสภาวะที่มีแสงน้อยมาก โดยผลการทดลองในการหาขอบทางจะเห็นขอบภาพในบางจุด ซึ่งค่าที่ได้จากการวิเคราะห์จะทำให้ได้ค่าที่ผิดพลาด เนื่องจากไม่พบขอบทาง

กรณีภาพที่มีเงาต้นไม้



รูปที่ 4.5 ตัวอย่างของภาพที่มีเงาต้นไม้

จากรูปที่ 4.5 เป็นภาพที่มีเงาของต้นไม้ โดยผลการทดลองในการหาขอบทางจะเห็นขอบของเงาต้นไม้ ซึ่งค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ภาพอาจจะได้ค่าของเงาต้นไม้

การทดสอบระบบวิเคราะห์หาขอบทาง

ในการทดสอบระบบนี้ใช้สนามฟุตบอลมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ โดยทำการทดสอบใน 3 ช่วงเวลาคือ ช่วงเช้า ช่วงกลางวัน และช่วงเย็น ในแต่ละช่วงเวลากำหนดให้ผู้ทดสอบขับรถวิ่งรอบสนามฟุตบอลทั้งหมด 2 รอบโดยวนตามเข็มนาฬิกาและทวนเข็มนาฬิกาอย่างละหนึ่งรอบเพื่อเก็บตัวอย่างภาพ แล้วนำภาพเหล่านั้นมาวิเคราะห์ว่า ระบบตรวจจับขอบทางได้ถูกตำแหน่งหรือไม่ ในการขับรถรอบสนามฟุตบอลจะใช้เวลารอบละ 10 นาที และอัตราการหาขอบทางอยู่ที่ 2 เฟรมต่อวินาที ดังนั้นในแต่ละช่วงเวลาจะมีภาพประมาณอย่างละ 2,400 ภาพสำหรับกล้องแต่ละด้าน (2 เฟรมต่อวินาที x 60 วินาที x 10 นาทีต่อรอบ x 2 รอบ) ผลการทดสอบแสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบเรื่องการวิเคราะห์หาขอบทาง

ช่วงเวลา	อัตราการตรวจพบขอบทางของกล้องด้านซ้าย			อัตราการตรวจพบขอบทางของกล้องด้านขวา		
	รถวิ่งตามเข็มนาฬิกา	วิ่งทวนเข็มนาฬิกา	เฉลี่ย	รถวิ่งตามเข็มนาฬิกา	วิ่งทวนเข็มนาฬิกา	เฉลี่ย
เช้า	84.22%	86.82%	85.52%	86.97%	81.57%	84.27%
กลางวัน	88.88%	91.58%	90.23%	91.30%	87.90%	89.60%
เย็น	64.29%	76.39%	70.34%	75.89%	67.85%	71.87%
เฉลี่ย	79.13%	84.93%	82.03%	84.72%	79.11%	81.91%

จากการทดลองพบว่า ช่วงเวลากลางวันให้ค่าอัตราการตรวจจับได้มากที่สุด ทั้งนี้เพราะมีแสงมาก และเงาของวัตถุทับกับวัตถุ ไม่ได้ทอดยาวมาบนทางวิ่งของรถ แต่ยังมีบางช่วงของสนามในส่วนที่เป็นทางเข้า-ออก ไม่มีขอบทางที่ชัดเจน จึงมีความผิดพลาดในส่วนนั้น

ในช่วงเวลาเย็นเป็นช่วงที่มีความผิดพลาดมากที่สุด เพราะมีผู้มาใช้บริการสนามฟุตบอลจำนวนหนึ่ง และเงาของวัตถุได้ทอดตัวมาบนถนนทำให้ระบบตรวจจับเงาเป็นเส้นขอบทาง

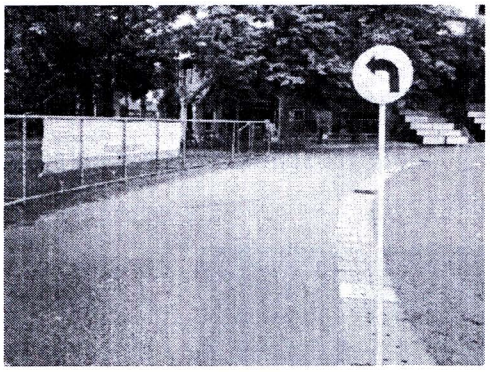
ระบบจะตรวจจับขอบทางที่เป็นฝั่งสนามฟุตบอล ได้ดีกว่าฝั่งทางเดินด้านนอกเพราะมีสิ่งรบกวนน้อยกว่า สังเกตได้จากผลของกล้องซ้ายเมื่อรถวิ่งทวนเข็มนาฬิกา หรือกล้องขวาเมื่อวิ่งตามเข็มนาฬิกา จะให้ผลการตรวจจับที่ถูกต้องมากกว่า

ผลการตรวจจับขอบทางจากกล้องซ้ายและขวา ให้ผลที่ใกล้เคียงกัน ทั้งนี้ความแม่นยำขึ้นกับสภาพแวดล้อมที่ตรวจพบ ถ้าวิเคราะห์ฝั่งสนามฟุตบอลก็จะให้ผลที่สูงกว่าด้านทางเดิน

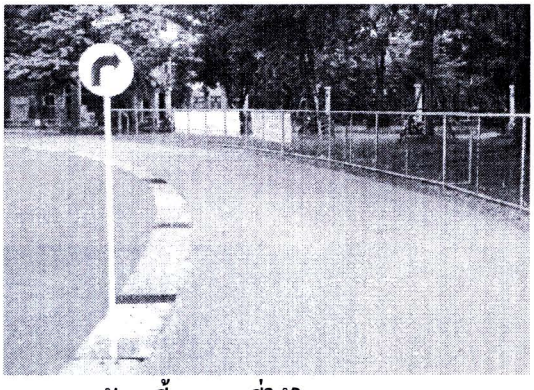
ในภาพรวมระบบตรวจจับได้ถูกต้องประมาณ 81.97 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมากพอสำหรับให้ส่วนประมวลผลกลางบังคับให้รถอยู่ในเส้นทางได้

4.3.2 ระบบการวิเคราะห์ป้ายจราจร

ในส่วนของการทดลองการวิเคราะห์ป้ายจราจร จะมีป้ายทดสอบอยู่ 2 แบบคือป้ายเลี้ยวซ้ายและป้ายเลี้ยวขวาซึ่งแสดงในรูปที่ 4.6 ป้ายนี้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 เซนติเมตร ในการทดลองได้ทำใน 3 ช่วงเวลาคือช่วงเช้า ช่วงกลางวันและช่วงเย็น โดยระยะห่างระหว่างป้ายจราจรและกล้องจะเริ่มจากระยะ 2 เมตรและเพิ่มทีละ 1 เมตร ไปสิ้นสุดที่ระยะ 7 เมตร ในแต่ละระยะทางจะทดลองจำนวน 10 ครั้ง และมีการทดลองใน 3 ช่วงเวลา ดังนั้นแต่ละระยะจะทดสอบทั้งหมด 30 ครั้ง ผลที่ได้แสดงในรูปที่ 4.7

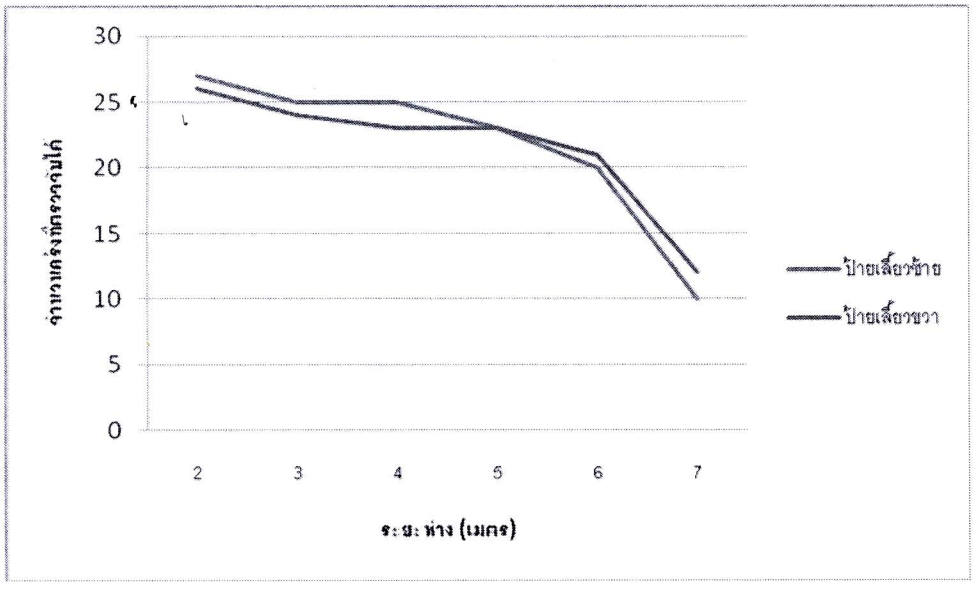


ก. ป้ายเลี้ยวซ้ายที่ใช้ในการทดลอง



ข. ป้ายเลี้ยวขวาที่ใช้ในการทดลอง

รูปที่ 4.6 ป้ายเลี้ยวซ้ายและเลี้ยวขวาที่ใช้ในการทดลองวิเคราะห์ป้ายจราจร



รูปที่ 4.7 กราฟผลการทดลองการตรวจจับและวิเคราะห์ป้ายจราจร

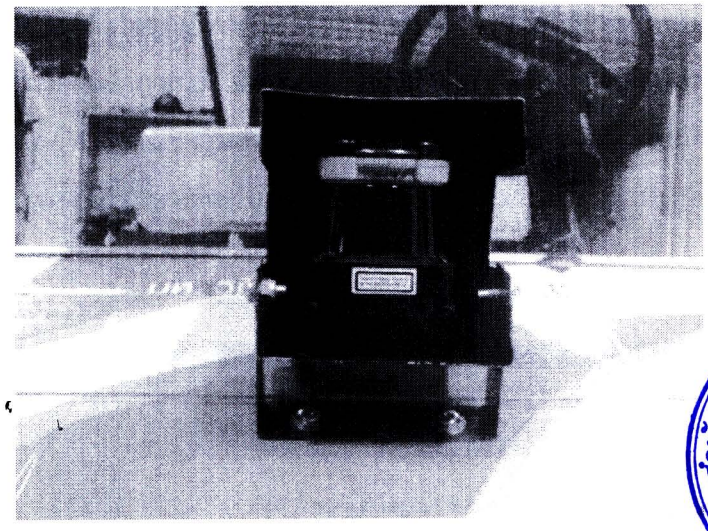
ระบบวิเคราะห์ป้ายจราจรนี้จะให้ผลการตรวจจับที่แม่นยำ เมื่อระยะห่างระหว่างป้ายและกล้องอยู่ใกล้ โดยจะถูกต้องประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ในระยะ 2 – 5 เมตรและจะลดลงอย่างเห็นได้ชัดในระยะ 6 เมตรขึ้นไป ทั้งนี้เพราะภาพที่ได้มีขนาดเล็กมาก ไม่สามารถจะวิเคราะห์หาความหมายของป้ายจราจรได้ โดยช่วงเวลาไม่ส่งผลต่อความแม่นยำที่ได้มากนัก

จากผลการทดลองประเภทของป้าย คือป้ายเลี้ยวซ้ายและป้ายเลี้ยวขวาไม่ส่งผลต่อความแม่นยำในการตรวจสอบ ทั้งสองประเภทให้ผลใกล้เคียงกัน ในทุกระยะการทดลอง

โดยสรุปแล้วในการใช้งานจริงระยะ 5 เมตรเพียงพอในการทำตามคำสั่งของป้ายนั้นๆ เพราะรถเคลื่อนที่ด้วยความเร็วต่ำ

4.4 การวิเคราะห์สิ่งกีดขวาง

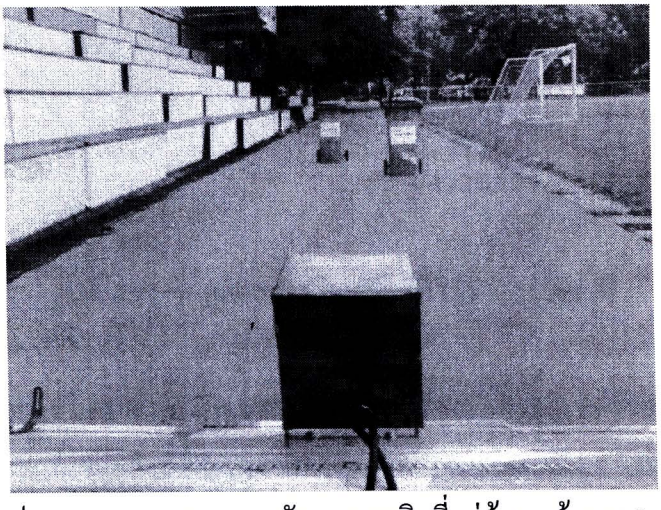
ในส่วนของการวิเคราะห์สิ่งกีดขวาง ได้ทำการติดตั้ง Laser Range อยู่ทางด้านหน้า บริเวณตรงกลางของตัวรถดังแสดงในรูปที่ 4.8



สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

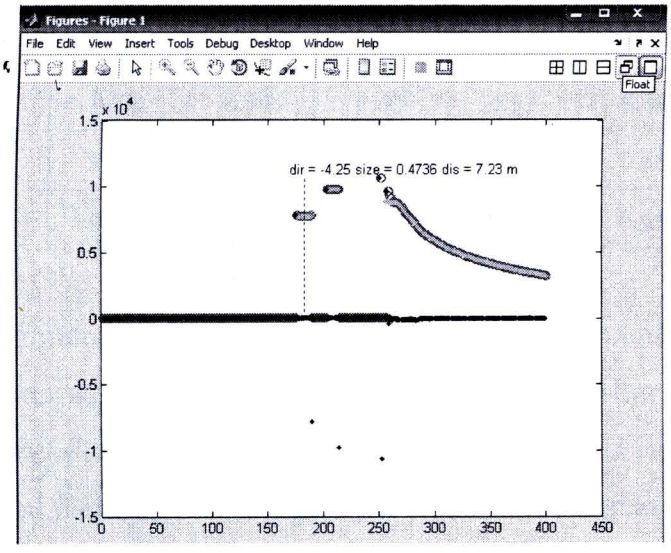
รูปที่ 4.8 ตำแหน่งของ Laser Range เมื่อติดตั้งกับตัวรถ

ในการทดสอบ ได้วางวัตถุขนาดใหญ่ 2 ชิ้นไว้ด้านหน้ารถ ซึ่งวัตถุทั้งสองชนิดมีขนาดเท่ากันแต่มีระยะทางถึงตัวรถต่างกัน ดังนั้นในการที่จะวิเคราะห์เพื่อแยกเอาเฉพาะวัตถุที่เราสนใจนั้น เราจะทำการกำหนดขนาดของวัตถุที่เราสนใจ คือ ให้ทำการวิเคราะห์เฉพาะวัตถุที่มีขนาดตั้งแต่ 40 เซนติเมตรขึ้นไป ในกรณีที่มีตรวจจับพบหลายวัตถุ ระบบจะทำการวิเคราะห์เพื่อแยกเอาเฉพาะวัตถุที่อยู่ใกล้ที่สุดเท่านั้น ดังนั้นจะมีวัตถุที่ระบบสนใจเพียงชิ้นเดียว ดังตัวอย่างในรูปที่ 4.9 ระบบจะตรวจจับและแจ้งเตือนเฉพาะวัตถุด้านขวาของตัวรถ



รูปที่ 4.9 รูปแบบการทดลอง Scan วัตถุสองชนิดที่อยู่ด้านหน้าของ Laser Range

รูปที่ 4.10 เป็นผลการวิเคราะห์ที่ได้จากการ Scan และรูปที่ 4.11 เป็นค่าสรุปจากการวิเคราะห์ จะเห็นได้ว่าระบบจะแจ้งเตือนวัตถุเพียงชิ้นเดียว ซึ่งบริเวณที่พบวัตถุนั้นจะอยู่ในตำแหน่ง Step ที่ 176 ถึง 190 มีระยะทางห่างจากตัวรถ 7.2 เมตร มีขนาดเท่ากับ 0.47 เมตร หรือประมาณ 47 เซนติเมตร และมีองศาจากด้านหน้าของรถเท่ากับ -4.25 องศา โดยองศาของวัตถุที่วัดจากด้านหน้าของรถนั้นจะเป็นบ่งบอกว่าวัตถุอยู่ทางด้านใดของตัวรถ ถ้าองศาที่ได้มีค่าติดลบนั้นแสดงว่าวัตถุอยู่ทางด้านขวาของตัวรถ แต่ถ้าองศาที่ได้มีค่าเป็นบวกแสดงว่าวัตถุอยู่ทางด้านซ้ายของรถ ซึ่งในที่นี้วัตถุที่เราสนใจนั้นอยู่ทางด้านขวาของตัวรถเพราะมีองศาของวัตถุเป็นลบ ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์นี้จะทำการส่งให้ระบบตัดสินใจเพื่อใช้ในการวิเคราะห์เพื่อหลบหลีกสิ่งกีดขวางนั้นๆ ต่อไป



รูปที่ 4.10 กราฟที่ได้จากการ Scan

```
obstracles =

    stepStart: 176
      stepEnd: 190
     distance: 7.2364
         size: 0.4736
          dir: -4.2500
```

รูปที่ 4.11 ข้อมูลผลการวิเคราะห์ที่ได้จากการ Scan

การทดสอบการวิเคราะห์สิ่งกีดขวางเพิ่มเติม ได้วางวัตถุที่เป็นถังขยะเหมือนการทดลองก่อนหน้าไว้ด้านหน้ารถที่ระยะตั้งแต่ 3 เมตรและเพิ่มทีละ 1 เมตรจนสูงสุด 7 เมตร โดยที่จะวางวัตถุใน 5 มุม คือไว้ด้านซ้ายทำมุม 40 องศา และลดความเอียงลงทีละ 20 องศา จนกระทั่งวัตถุถูกวางไว้

ด้านขวาที่ระยะ 40 องศา ในแต่ละครั้งของการทดลองจะทำซ้ำ 10 ครั้ง ค่าความแม่นยำที่วัดจะคำนวณจากผลต่างระหว่างระยะทางจริงกับระยะที่ระบบวิเคราะห์ได้ ผลการทดลองได้แสดงที่ตาราง 4.4 .

ตารางที่ 4.4 ผลจากระบบวิเคราะห์สิ่งกีดขวาง ซึ่งค่าที่ได้คือระยะทางคลาดเคลื่อนเฉลี่ยจากแต่ละรูปแบบการวางวัตถุ

วัตถุวางทำมุม	**ระยะห่างของวัตถุและตัว Laser Range (เมตร)**					
(องศา)	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**เฉลี่ย**
-40 (ขวา)	0.44	0.6	0.67	0.68	0.69	0.62
-20 (ขวา)	0.39	0.53	0.63	0.63	0.65	0.57
0 (กลาง)	0.35	0.48	0.52	0.55	0.57	0.49
20 (ซ้าย)	0.38	0.54	0.62	0.63	0.66	0.57
40 (ซ้าย)	0.42	0.61	0.68	0.67	0.68	0.61
เฉลี่ย	**0.39**	**0.55**	**0.62**	**0.63**	**0.65**	**0.57**

โดยเฉลี่ยระบบสามารถตรวจจับสิ่งกีดขวางพบ และมีความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยที่ประมาณ 57 เซนติเมตร หรือประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ของระยะทางจริง ซึ่งยอมรับได้ในการใช้งานขณะนี้

ค่าความคลาดเคลื่อนจะน้อยที่สุดเมื่อวัตถุถูกวางไว้ด้านหน้าของตัวรถ และจะเพิ่มขึ้นเมื่อวัตถุถูกวางเอียงออกไป ทั้งนี้เพราะจำนวน step จากการ scan ค่าที่ตรวจพบวัตถุจะเปลี่ยนแปลงมากเมื่อวัตถุเฉียงออก ซึ่งส่งผลต่อการแปลงเป็นระยะทาง โดยการวางวัตถุไว้ด้านซ้ายหรือด้านขวาให้ค่าความคลาดเคลื่อนที่ใกล้เคียงกัน

ระยะทางระหว่างวัตถุและตัวอ่านมีผลต่อความคลาดเคลื่อน โดยจะเพิ่มขึ้นเมื่อระยะห่างมากขึ้น แต่เมื่อระยะห่างมากกว่า 5 เมตรอัตราการเพิ่มของการคลาดเคลื่อนจะลดลง

4.5 การวิเคราะห์สัญญาณ GPS

ชุดอุปกรณ์ในการระบุพิกัดตำแหน่งของรถโดยใช้เครื่องรับสัญญาณ GPS สร้างขึ้นเพื่อวัตถุประสงค์ในการหาพิกัดตำแหน่งการเคลื่อนที่ของรถ และได้นำไปทดลองใช้ที่สนามฟุตบอลภายในมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

การทดลองรับค่าข้อมูลจาก GPS

จากการทดสอบการรับค่าเริ่มต้นในการรับค่านั้น GPS จะยังไม่สามารถรับค่าได้ในทันที เนื่องจากต้องใช้เวลาในการค้นหาดาวเทียมบนท้องฟ้า โดยใช้เวลาประมาณ 3 – 10 นาที ซึ่งได้ทำการทดลองรับค่า GPS บริเวณสนามฟุตบอลซึ่งพบว่า บางสถานที่สามารถรับค่าตำแหน่งได้ถูกต้อง แต่บางครั้งก็ไม่สามารถรับค่าของตำแหน่งได้เลย อันเนื่องมาจากสมมติฐานอากาศที่มีเมฆมากอาจทำให้บดบังการรับส่งสัญญาณจากดาวเทียม จึงเป็นสาเหตุให้สัญญาณถูกกีดขวางดังนั้น GPS ที่ใช้จึงมีข้อจำกัดอยู่ในระดับหนึ่ง ซึ่งการใช้งานนั้นอาจจะทำงานได้ไม่สมบูรณ์นัก

การทดลองรับข้อมูลจากชุดอุปกรณ์รับสัญญาณ GPS

เป็นการทดสอบชุดอุปกรณ์ที่ใช้ในการรับข้อมูลจาก GPS แล้วส่งเข้าคอมพิวเตอร์ทางพอร์ตอนุกรมเพื่อตรวจสอบรูปแบบข้อมูล และชนิดของประโยคที่ได้กำหนดให้ ชุดรับสัญญาณ GPS ส่งออกมาว่าถูกต้องตามที่กำหนดไว้หรือไม่ รูปที่ 4.12 ข้อมูลที่ได้รับจาก GPS

```
$GPGGA,105419.048,1352.2294,N,10033.0137,E,1,09,1.2,-22.6,M,-27.7,M,0.0,0000*44
$GPGSA,A,3,13,20,25,11,07,27,19,23,08,,,,1.8,1.2,1.4*39
$GPRMC,105419.048,A,1352.2294,N,10033.0137,E,0.00,90.62,240708,,*3F
$GPGGA,105420.048,1352.2293,N,10033.0138,E,1,09,1.2,-21.8,M,-27.7,M,0.0,0000*4B
$GPGSA,A,3,13,20,25,11,07,27,19,23,08,,,,1.8,1.2,1.4*39
$GPRMC,105420.048,A,1352.2293,N,10033.0138,E,0.00,90.62,240708,,*3D
$GPGGA,105421.048,1352.2293,N,10033.0137,E,1,09,1.2,-21.4,M,-27.7,M,0.0,0000*49
$GPGSA,A,3,13,20,25,11,07,27,19,23,08,,,,1.8,1.2,1.4*39
$GPGSV,3,1,11,25,80,070,38,07,67,359,36,11,64,136,41,27,58,340,31*7A
$GPGSV,3,2,11,13,42,216,35,08,30,332,35,19,28,029,37,23,24,181,35*74
$GPGSV,3,3,11,17,15,235,00,28,12,299,00,20,08,156,37*48
$GPRMC,105421.048,A,1352.2293,N,10033.0137,E,0.00,90.62,240708,,*33
$GPGGA,105422.048,1352.2291,N,10033.0136,E,1,09,1.2,-21.4,M,-27.7,M,0.0,0000*49
$GPGSA,A,3,13,20,25,11,07,27,19,23,08,,,,1.8,1.2,1.4*39
$GPRMC,105422.048,A,1352.2291,N,10033.0136,E,0.00,90.62,240708,,*33
$GPGGA,105423.048,1352.2287,N,10033.0136,E,1,08,1.2,-21.7,M,-27.7,M,0.0,0000*4D
$GPGSA,A,3,13,20,25,11,07,19,23,08,,,,,1.9,1.2,1.4*3D
$GPRMC,105423.048,A,1352.2287,N,10033.0136,E,0.00,90.62,240708,,*35
$GPGGA,105424.048,1352.2282,N,10033.0134,E,1,09,1.2,-21.4,M,-27.7,M,0.0,0000*4F
$GPGSA,A,3,13,20,25,11,07,27,19,23,08,,,,1.8,1.2,1.4*39
$GPRMC,105424.048,A,1352.2282,N,10033.0134,E,0.00,90.62,240708,,*35
$GPGGA,105425.048,1352.2277,N,10033.0131,E,1,09,1.2,-20.7,M,-27.7,M,0.0,0000*43
$GPGSA,A,3,13,20,25,11,07,27,19,23,08,,,,1.8,1.2,1.4*39
$GPRMC,105425.048,A,1352.2277,N,10033.0131,E,0.00,90.62,240708,,*3B
$GPGGA,105426.048,1352.2272,N,10033.0127,E,1,09,1.2,-19.0,M,-27.7,M,0.0,0000*4F
$GPGSA,A,3,13,20,25,11,07,27,19,23,08,,,,1.8,1.2,1.3*3E
$GPGSV,3,1,11,25,80,070,35,07,67,359,36,11,64,136,37,27,58,340,33*74
$GPGSV,3,2,11,13,42,216,35,08,30,332,37,19,28,029,38,23,24,181,39*75
```

รูปที่ 4.12 ภาพการรับข้อมูลจากชุดรับสัญญาณ GPS

คัดเลือกข้อมูลที่ต้องการจะใช้

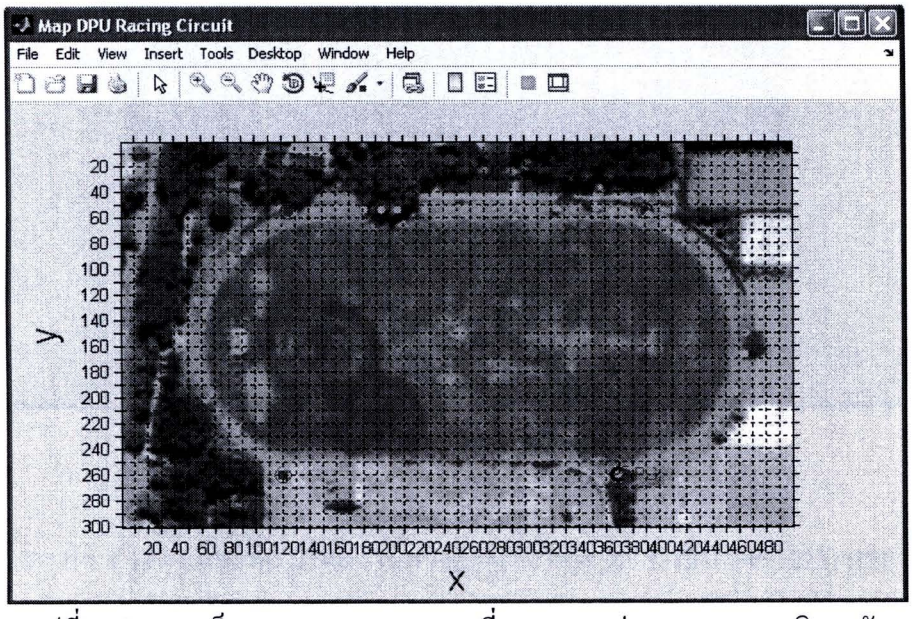
หลังจากที่ทำการทดสอบชุดอุปกรณ์ที่ใช้รับข้อมูลจาก GPS แล้ว จึงทำการคัดเอาข้อมูลเฉพาะส่วนที่ต้องการเท่านั้น ดังแสดงในรูปที่ 4.13

1352.2264	10033.0139	2.54	107.53
1352.2263	10033.0209	2.72	113.71
1352.2261	10033.0218	2.66	115.15
1352.2279	10033.0227	2.63	113.89
1352.2277	10033.0235	2.60	115.97
1352.2274	10033.0242	2.73	116.62
1352.2271	10033.0248	2.69	120.86
1352.2268	10033.0254	2.73	123.90
1352.2264	10033.0259	2.61	127.94
1352.2259	10033.0264	2.60	127.37
1352.2255	10033.0270	2.75	129.22
1352.2250	10033.0276	2.27	139.25
1352.2245	10033.0280	2.56	142.50
1352.2239	10033.0284	1.96	147.89
1352.2233	10033.0289	3.00	139.73
1352.2225	10033.0294	2.64	140.49
1352.2219	10033.0299	2.78	144.05

รูปที่ 4.13 ชุดข้อมูลที่ได้ทำการคัดเลือกออกมา

นำข้อมูลที่ได้มาทดสอบลักษณะเส้นทาง

ข้อมูลที่ได้จะถูกนำมาพล็อตลงบน Scale แผนที่ของสนามฟุตบอลของมหาวิทยาลัย ซึ่งค่าที่ได้จากการรับข้อมูลของ GPS ที่ได้ทำการพล็อตจุดนั้นมีความถูกต้อง ดังรูปที่ 4.14



รูปที่ 4.14 การพล็อตจุดลงบน Scale แผนที่ของสนามฟุตบอลของมหาวิทยาลัย

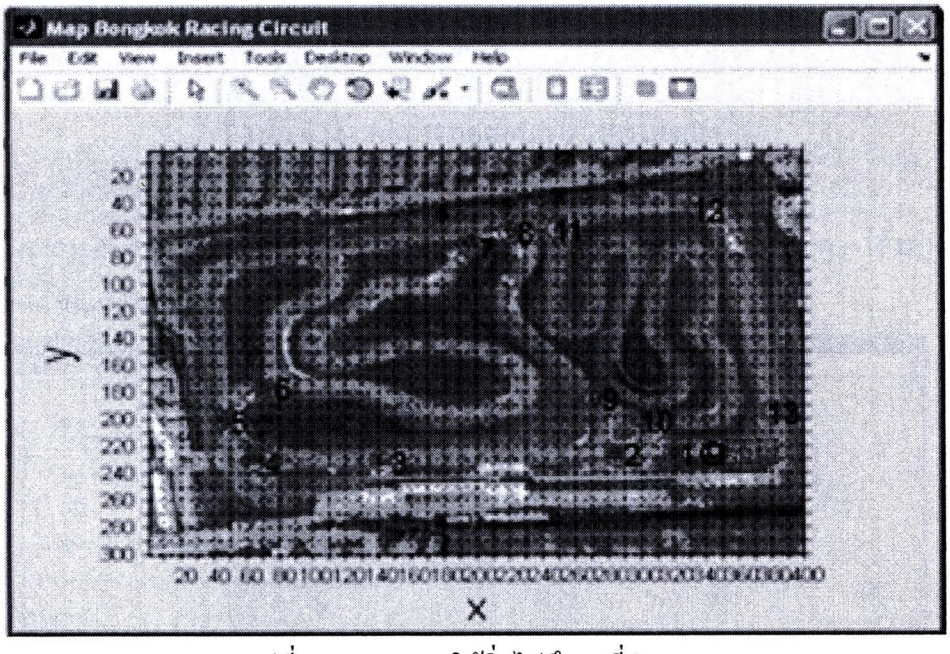
จากข้อมูลการใช้งานของชุด GPS นี้โดยปกติจะมีความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ประมาณ 5 เมตร แต่ก็ขึ้นอยู่กับสภาพของสิ่งแวดล้อม เช่นการมีเมฆมากหรือน้อย อยู่ใกล้อาคารทำให้สัญญาณจากด้านหลังอาคารมาไม่ถึง หรืออยู่ใต้ต้นไม้ที่หนาแน่น แต่ในการใช้งานระบบนี้ซึ่งเป็นพื้นที่โล่งสามารถใช้งานได้ดี ยกเว้นช่วงที่มีเมฆมาก

4.6 การบอกทิศทางโดยใช้แผนที่

ในการกำหนดจุดสำคัญสำหรับการเคลื่อนที่นั้น จะใช้สัญลักษณ์วงกลมและมีตัวเลขกำกับเพื่อบอกทั้งจุดเริ่มต้น จุดสุดท้าย และทางแยกต่างๆ รถยนต์เคลื่อนที่อัตโนมัติจะต้องขับเคลื่อนไปตามลำดับของจุดตามที่ระบุไว้ในแผนที่ เมื่อรถวิ่งมาถึงจุดสำคัญเหล่านี้ ระบบแผนที่จะทำการคำนวณทิศทางที่ต้องเคลื่อนที่ต่อไปให้กับระบบประมวลผลกลาง ทั้งนี้ค่าของตำแหน่งจะได้มาจากระบบระบุตำแหน่ง

ระบบระบุตำแหน่งจะส่งตำแหน่งของตัวรถ ณ ขณะนั้น, และพิกัด GPS เพื่อระบบแผนที่จะได้คำนวณว่า รถอยู่ตำแหน่งไหนของแผนที่ เพื่อนำไปพิจารณาต่อไป

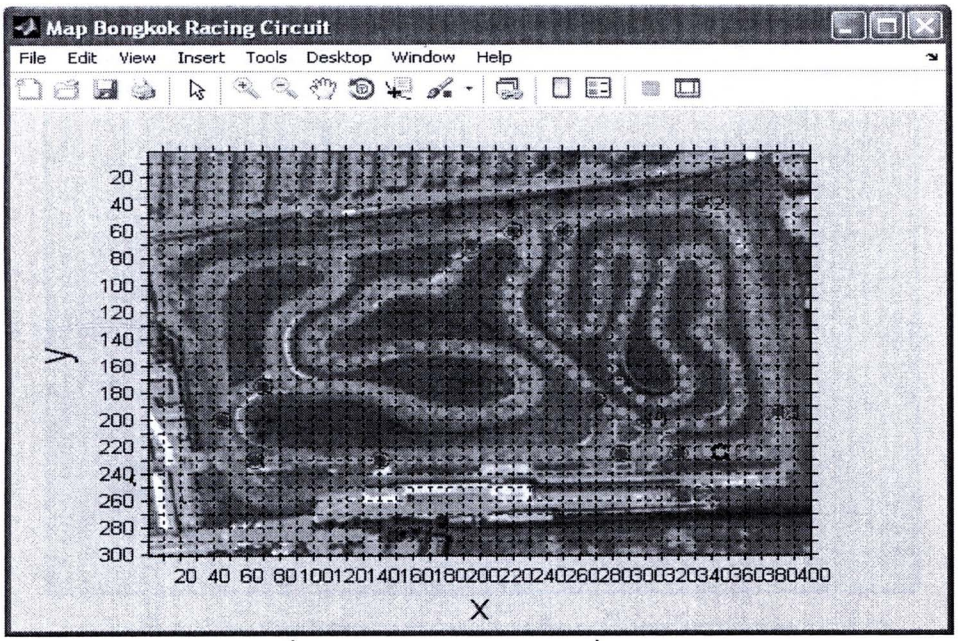
ระบบประมวลผลกลางจะทำการสอบถามมายังระบบแผนที่ตลอดเวลา ว่าขณะนี้รถอยู่ห่างจากบริเวณทางโค้งหรือทางแยกเท่าไร และต้องเลี้ยวไปทิศทางไหน กี่องศา เมื่อรถวิ่งไปจนถึงระยะที่ต้องเลี้ยวระบบแผนที่ก็จะส่งทิศทางการเลี้ยวให้ระบบประมวลผลกลาง เพื่อทำการประมวลผลต่อไป



รูปที่ 4.15 ทดสอบให้วิ่งไปถึงจุดที่กำหนด

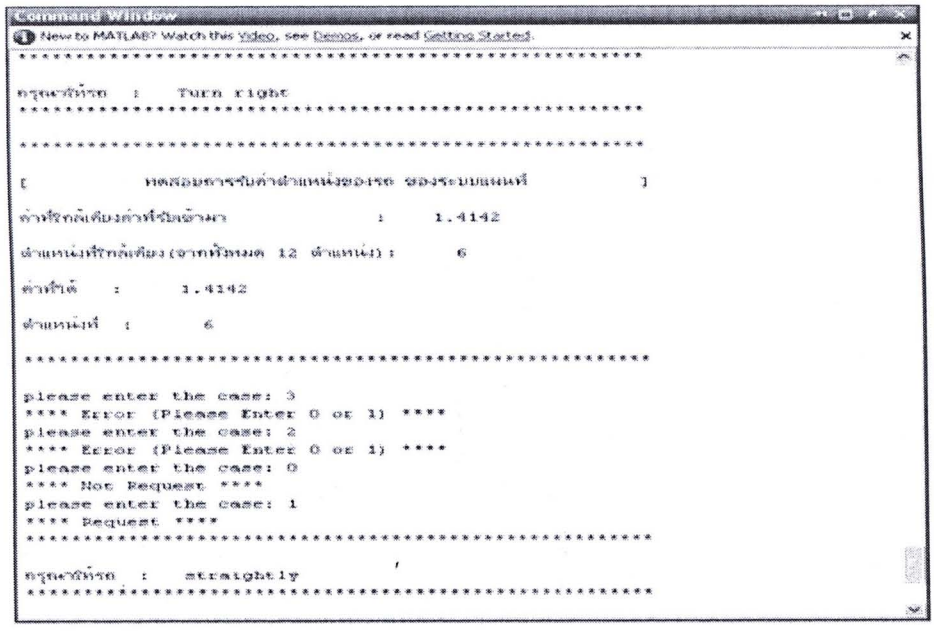
จากรูปที่ 4.15 จะมีจุดที่เริ่ม Start เป็นวงกลม (ที่พิกัด X, Y เป็น 345, 225) และเขียนคำว่า SP (Starting Point) เพื่อเป็นสัญลักษณ์ในการบอกตำแหน่งของจุดเริ่มต้น แล้วจะมีการ Plot จุด ซึ่งจะค่อยๆ เลื่อนไปตามเส้นทางจนถึงวงกลม จุดสีดำนี้จะเป็นสัญลักษณ์แทนตำแหน่งของรถในการเคลื่อนที่ไปยังจุดต่างๆ และจะมีวงกลมที่อยู่ตามทางแยกหรือทางโค้งจำนวน 13 จุด ตามจำนวนทางแยก และทางโค้งต่างๆ เพื่อนำมาใช้ในการพิจารณาในการตัดสินใจว่า เมื่อถึงตำแหน่งนี้แล้ว รถควรจะวิ่งไปยังเส้นทางใดต่อ และเพื่อป้องกันการเคลื่อนที่ผิดทิศทาง เพราะในการทำงานจริง

รถยนต์เคลื่อนที่อัตโนมัติอาจจะไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ถูกต้องตามเส้นทางเสมอ รถอาจเกิดการคลาดเคลื่อนจากเส้นทางไปบ้าง จึงต้องมีการกำหนดจุดเชื่อมเพื่อให้รู้ว่าเมื่อเลี้ยวไปด้านนี้แล้ว ต้องวิ่งไปต่อที่จุดใด



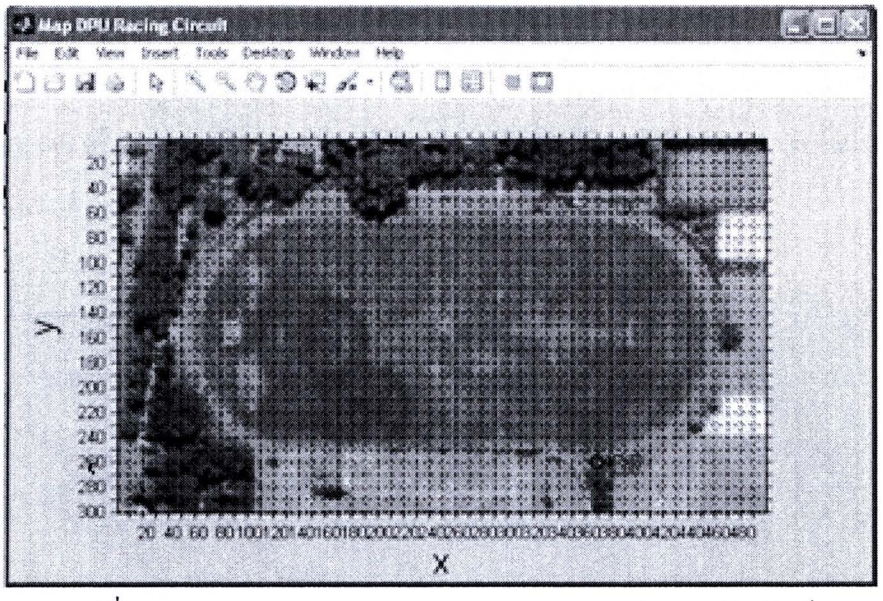
รูปที่ 4.16 ผลการทดสอบการวิ่งครบรอบ

จากรูปที่ 4.16 จะเป็นการเคลื่อนที่ของรถอัตโนมัติ โดยการผ่านทางแยก ทางโค้งต่างๆ ตามเส้นทางของแผนที่จนถึงจุดปลายทางที่กำหนดไว้



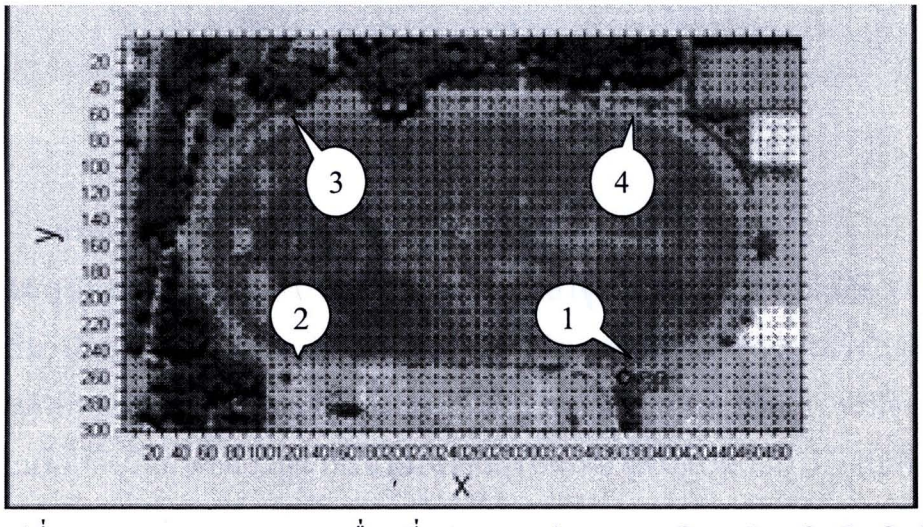
รูปที่ 4.17 รายละเอียดของการทดสอบการสอบถามทิศทาง

จากรูปที่ 4.17 จะเห็นเป็นภาพของการพิจารณาทิศทางในการเคลื่อนที่ของรถยนต์เคลื่อนที่อัตโนมัติว่าจะให้รถขับเคลื่อนไปในทิศทางใด เมื่อถึงทางแยกหรือทางโค้งต่างๆ



รูปที่ 4.18 การทดสอบกับสนามฟุตบอลมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

จากรูปที่ 4.18 เป็นการทดสอบโปรแกรมในส่วนของระบบแผนที่ โดยใช้สนามฟุตบอลมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ เมื่อแผนที่ระบุให้เลี้ยวขวา รถก็จะทำการวิ่งไปตามทิศทางที่แผนที่ระบุจนรถวิ่งมาถึงอีกทางแยก หรืออีกทางโค้งหนึ่ง ระบบแผนที่ก็จะระบุว่ารถอยู่ใกล้เคียงตำแหน่งหรือทางแยกใด



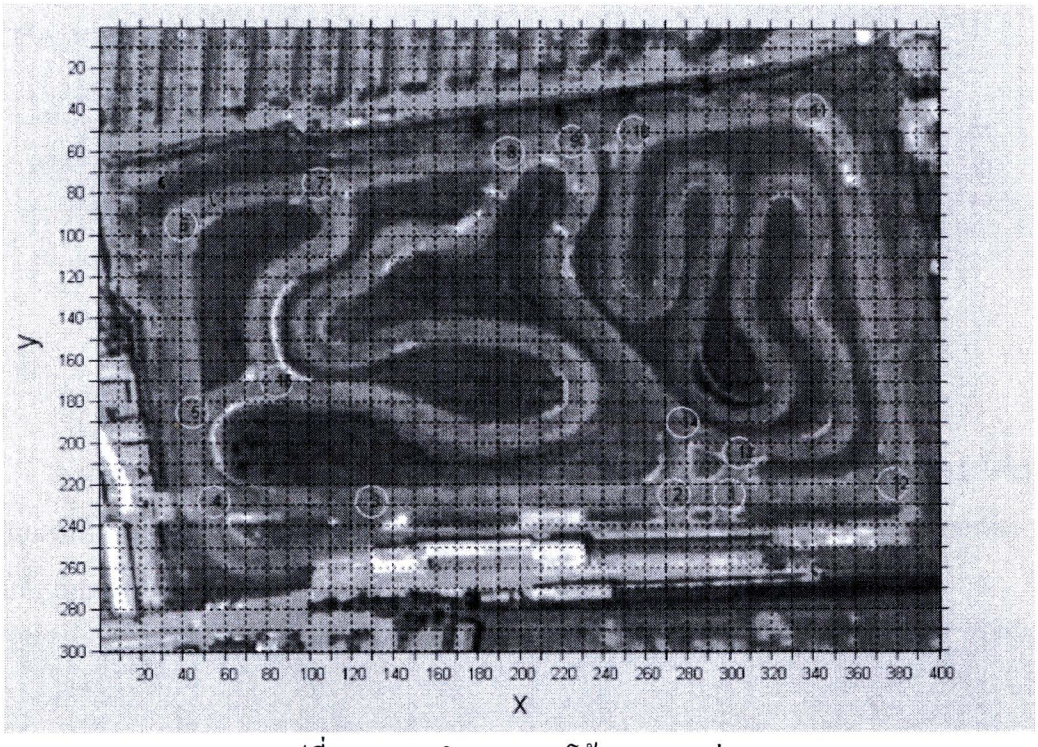
รูปที่ 4.19 ผลการทดสอบการเคลื่อนที่รอบสนามฟุตบอลมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

จากรูปที่ 4.18 และรูปที่ 4.19 จะมีลักษณะการทำงานเหมือนกัน เพียงแต่เป็นสนามฟุตบอลของมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ ซึ่ง Resize ภาพให้มีขนาด 480x300 ผลการทดสอบการวิ่งรอบสนามที่มีการกำหนดส่วนที่เป็นโค้งไว้ 4 จุด คือ 1(375,260) 2(120,260) 3(125,55) 4(390,55)

ทดสอบโปรแกรมที่สามารถบอกทิศทางและมุมเลี้ยว

- . **การกำหนดทางโค้งและแยกต่างๆ**

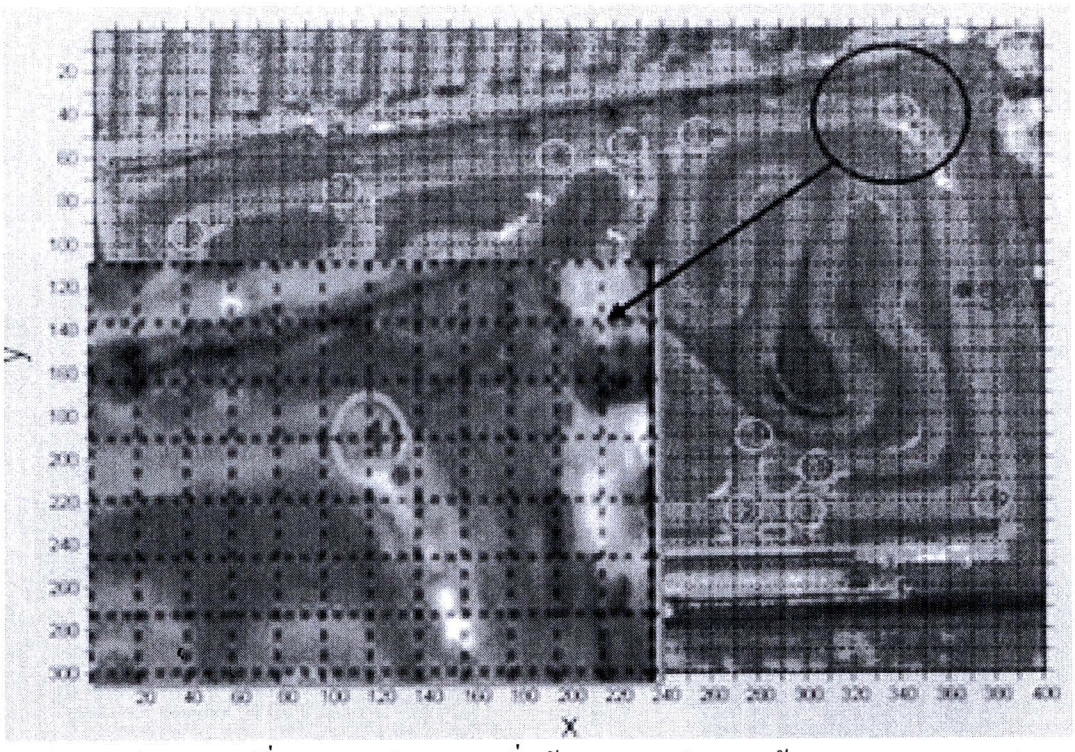
จากรูปที่ 4.20 เป็นการกำหนดทางโค้งหรือทางแยกต่างๆ เพื่อเป็นการกำหนดให้รู้ว่า เมื่อรถวิ่งมาถึง ณ ตำแหน่งทางโค้งหรือแยกใดแยกหนึ่งของสนาม ก็จะสามารถบอกได้ว่า รถอยู่ตำแหน่งที่เท่าไร เพื่อจะนำมาพิจารณาว่าจะให้รถวิ่งไปทิศทางไหนต่อไป โดยมีการกำหนดจุดต่างๆ ไว้ทั้งหมด 15 จุด



รูปที่ 4.20 การกำหนดทางโค้งและแยกต่างๆ

- **การกำหนดจุดเริ่มต้น และการกำหนดเส้นทาง**

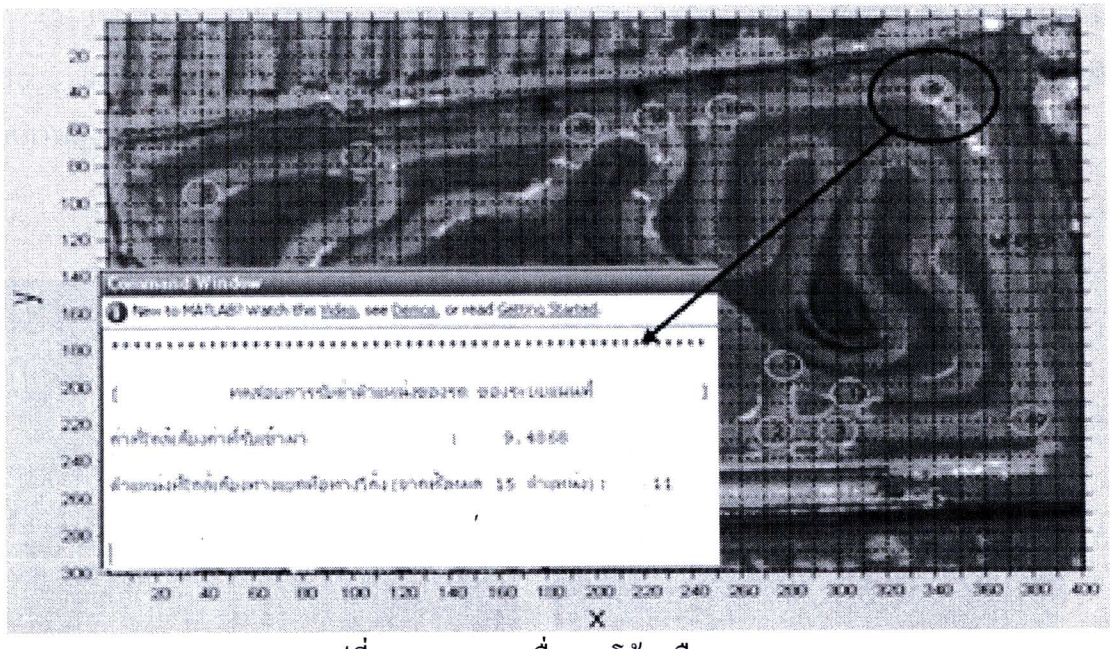
จากรูปที่ 4.21 จะเป็นการกำหนดจุดเริ่มต้นของรถ (จุดที่มีคำว่า <-SP-> ที่พิกัด 340,40) ว่าจะให้รถเริ่มวิ่งที่ตรงไหนของสนามแข่งขัน และจะมีการกำหนดเส้นทางว่าจะให้รถวิ่งไปยังทิศทางใด ซึ่งการกำหนดจุดนี้จะรับ Input จากเมาส์โดยผู้ใช้เป็นคนกำหนด และโค้งที่ 11 จะมีจุดอยู่ 2 จุด ซึ่งเป็นส่วนที่สำคัญในการบอกว่าจะให้รถไปในทิศทางไหน คือ จุดแรก (จุดใหญ่) เป็นการกำหนดจุดไว้ด้านหน้าทางโค้งหรือทางแยก เพื่อให้รู้ว่าจะไปทางโค้งหรือทางแยกไหนบ้าง ส่วนจุดที่สอง (จุดเล็กๆ) จะจุดไว้ ณ ตำแหน่งที่จะให้รถเคลื่อนที่ไปทิศทางนั้น



รูปที่ 4.21 การกำหนดจุดเริ่มต้น และการกำหนดเส้นทาง

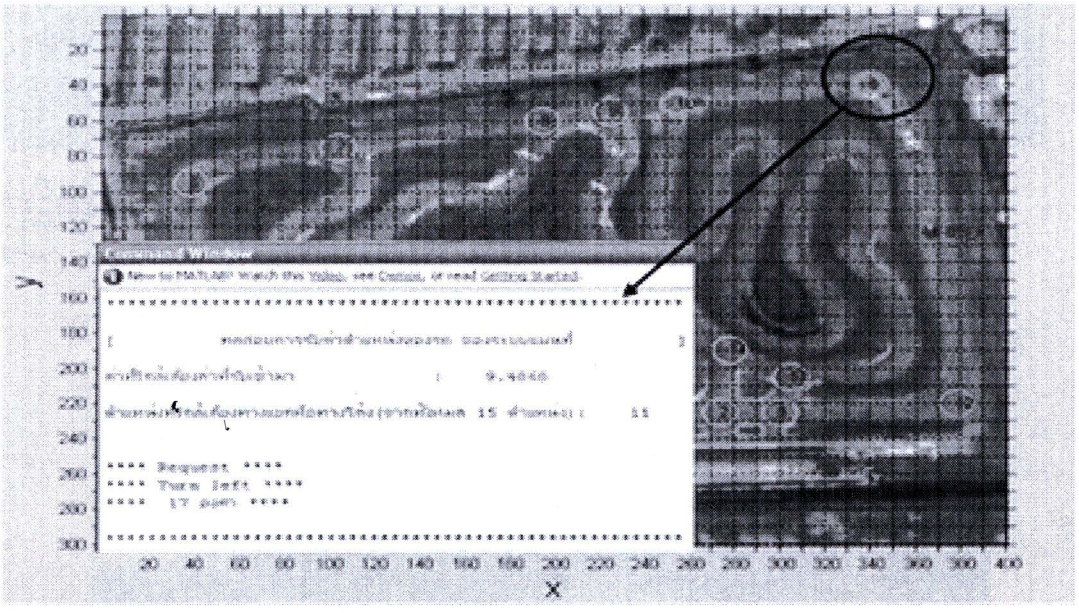
- **ขั้นตอนต่างๆ เมื่อถึงทางโค้งหรือทางแยก**

จากรูปที่ 4.22 รถจะวิ่งจากจุดเริ่มต้น (จุดที่เขียนว่า <-SP-> ที่พิกัด 340,40) ไปยังทางโค้งหรือทางแยกที่กำหนดเส้นทางไว้ เมื่อรถวิ่งไปถึงก็จะมีการบอกว่า เป็นทางโค้งหรือทางแยกที่เท่าไร (ตามที่ลูกศรชี้)



รูปที่ 4.22 การบอกชื่อทางโค้งหรือทางแยก

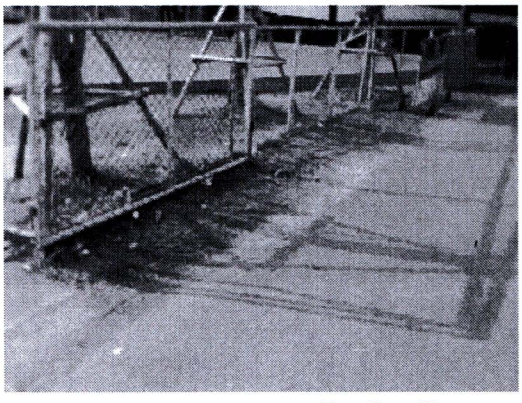
จากรูปที่ 4.23 รถจะทำการเลี้ยวไปทางซ้าย จะเห็นได้ว่าใน Command Window จะมีการบอกทิศทางการเลี้ยว และองศาที่จะเลี้ยวด้วย ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะนำไปใช้ในส่วนระบบประมวลผลกลาง



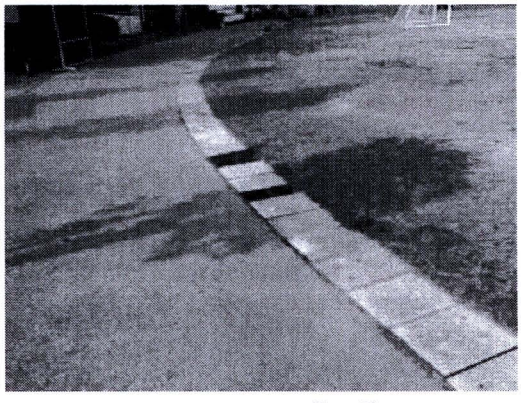
รูปที่ 4.23 การบอกทิศทาง และองศาการเลี้ยว

4.7 การวิ่งรถอัตโนมัติในสนามฟุตบอล

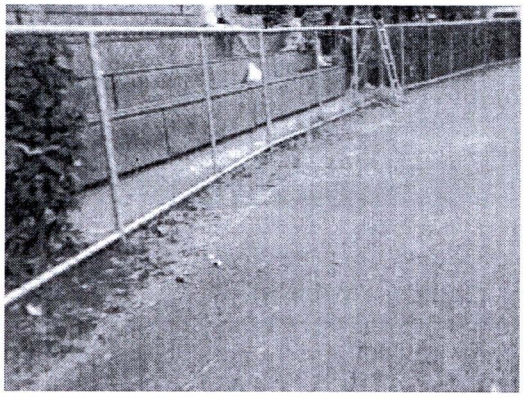
การวิ่งรถอัตโนมัติในสนามฟุตบอลมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ ซึ่งรอบสนามฟุตบอลนี้มีระยะทางประมาณ 400 เมตร โดยการวิ่งรถอัตโนมัติจะมีอยู่ 2 สภาวะคือสภาพแสงมากดังแสดงสภาพตัวอย่างในรูปที่ 4.24 (ก และ ข) และสภาพแสงน้อยในรูปที่ 4.24 (ค และ ง)



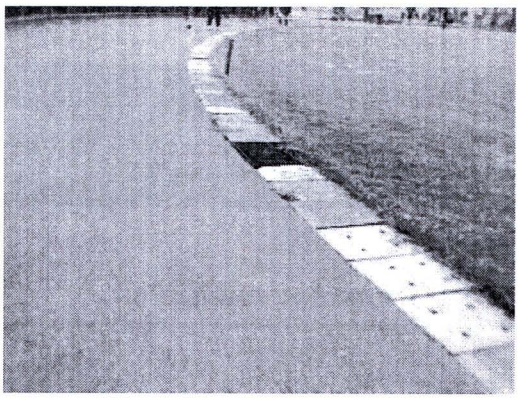
ก. สภาวะแสงมาก กล้องด้านซ้าย



ข. สภาวะแสงมากกล้องด้านขวา

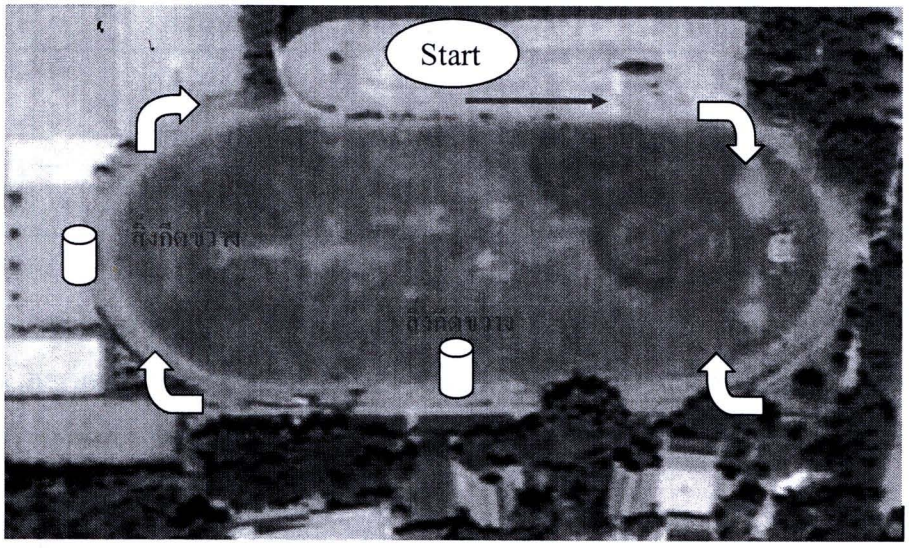


ค. สภาวะแสงน้อย กล้องด้านซ้าย



ง. สภาวะแสงน้อย กล้องด้านขวา

รูปที่ 4.24 สภาพของสนามในการทดสอบ ทั้งในช่วงแสงมากและแสงน้อย



รูปที่ 4.25 เส้นทางการทดสอบและการวางตำแหน่งของป้ายจราจรและสิ่งกีดขวาง

ในการทดสอบนี้จะให้รถขับเคลื่อนเองที่ความเร็วประมาณ 10 กิโลเมตรต่อชั่วโมง (2.78 เมตรต่อวินาที) ไปตามทิศทางของสนามฟุตบอล มีป้ายจราจรบอกการเลี้ยวตามจุดเลี้ยวต่างๆ และมีสิ่งกีดขวาง 2 จุดที่ระยะประมาณ 200 และ 300 เมตรดังแสดงในรูปที่ 4.25 โดยจะทดสอบทั้งหมด 10 ครั้ง แบ่งเป็นช่วงแสงมากและแสงน้อยอย่างละ 5 ครั้ง ตารางที่ 4.5 แสดงผลการทดลอง โดยระบุค่าเป็นระยะทางที่รถเคลื่อนที่ไปได้ โดย 400 เมตรหมายถึงวิ่งได้ครบรอบ ถ้าระยะทางน้อยกว่านี้หมายถึงรถไม่สามารถวิ่งไปถึงจุดหมายโดยอาจจะวิ่งลงข้างทางหรือชนกับสิ่งกีดขวาง

ตารางที่ 4.5 ผลการทดลองการวิ่งรถอัตโนมัติ

ครั้งที่	ระยะทางที่เคลื่อนที่ได้ในแต่ละการทดลอง (เมตร)	
	แสงมาก (มีเงา)	แสงน้อย (ไม่มีเงา)
1	125 ตกขอบทางเพราะเงา	325 หลบสิ่งกีดขวางแล้วตกขอบทาง
2	200 ชนสิ่งกีดขวาง	350 ประตูทางออกสนามฟุตบอล
3	200 ชนสิ่งกีดขวาง	350 ประตูทางออกสนามฟุตบอล
4	250 ตกขอบทางเพราะเงา	400 วิ่งได้ครบรอบ
5	150 ตกขอบทางเพราะเงา	400 วิ่งได้ครบรอบ
เฉลี่ย	185	365

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

จากผลการทดลองในสภาพที่มีแสงมาก รถไม่สามารถเคลื่อนที่แบบอัตโนมัติไปสู่จุดสุดท้ายได้เลย โดยวิ่งได้เฉลี่ยประมาณ 185 เมตร ทั้งนี้เพราะมีเงาของต้นไม้พาดมาที่ถนน ทำให้ระบบวิเคราะห์ขอบทางทำงานผิดพลาด ไม่สามารถแยกความแตกต่างระหว่างเงาและขอบทางได้ ทำให้หักหลบลงข้างทาง

ทั้งนี้ในการทดลองช่วงที่มีแสงน้อยรถวิ่งได้ระยะทางเฉลี่ยมากกว่าแบบแสงมากถึงประมาณ 2 เท่าคือวิ่งได้เฉลี่ย 365 เมตร โดยมี 2 ครั้งสุดท้ายที่วิ่งได้ครบรอบ อีก 3 ครั้งที่เหลือเคลื่อนที่ไปได้เกือบถึงจุดหมาย โดยวิเคราะห์ข้อมูลผิดในช่วงที่เป็นประตูเปิดเข้าออกสนาม เพราะระบบถูกสร้างเพื่อวิเคราะห์หาขอบทางที่เป็นลักษณะของหญ้ามากกว่าทางเดิน

4.8 สรุปผลการดำเนินงาน

การทดสอบระบบที่พัฒนาขึ้นในครั้งนี้ จะเห็นว่า ในการทดสอบระบบหลักๆ จะเป็นการทดสอบในส่วนการทำงานของระบบซอฟต์แวร์เป็นส่วนใหญ่มีเพียงระบบการควบคุมแบบบังคับด้วยมือระยะใกล้ และระยะไกล เท่านั้นที่เป็นการทดสอบการทำงานในส่วนของอุปการณ์ฮาร์ดแวร์ ส่วนการทดสอบระบบด้านซอฟต์แวร์ ได้ทำการทดสอบในหลายส่วนด้วยกันซึ่งแต่ละส่วนพอที่จะประมวลสรุปสาระสำคัญโดยแยกตามระบบที่ทำการทดสอบได้ ดังนี้

การควบคุมรถแบบบังคับด้วยมือ

ในการควบคุมรถแบบบังคับด้วยมือจะมีการทำงานอยู่ 2 แบบคือ การควบคุมระยะใกล้สามารถทำการบังคับการเลี้ยวเหมือนกับการใช้พวงมาลัย และการควบคุมระยะไกลสามารถทำงานได้ดีในระยะห่างไม่เกิน 20 เมตร ทั้งนี้เกิดจากข้อจำกัดของอุปกรณ์รับ-ส่งสัญญาณ รวมทั้งสัญญาณรบกวนจากอุปกรณ์ที่มีแม่เหล็กไฟฟ้าสูง

การควบคุมรถผ่านคอมพิวเตอร์

ในการควบคุมรถผ่านคอมพิวเตอร์โดยการสั่งงานจากคอมพิวเตอร์ เมื่อมีการสั่งการควบคุมการทำงานของรถหลายๆ คำสั่งในเวลาใกล้เคียงกัน ระบบจะตอบสนองคำสั่งได้ไม่ครบตามคำสั่งที่ส่งมา เพราะการทำงานของรถมีการหน่วงเวลาการทำงานทำให้รับคำสั่งไม่ทัน แต่จากการทดลองจำนวนครั้งที่รถทำตามคำสั่งเพียงพอต่อการทำงานของระบบในภาพรวม

การวิเคราะห์สัญญาณภาพ

ในการวิเคราะห์สัญญาณภาพจะมีการทำงานอยู่ 2 ระบบคือ ระบบการวิเคราะห์หาขอบทางซึ่งจะสามารถทำงานได้ในสภาวะที่มีแสงมากจนถึงแสงน้อย โดยสามารถหาขอบภาพได้ชัดเจน แต่ในสภาวะที่มีแสงน้อยมากหรือมืดจะไม่เห็นขอบภาพหรือเห็นแบบไม่ต่อเนื่อง และในกรณีที่มีเงาต้นไม้ก็จะทำให้ได้ค่าของเงาต้นไม้แทนค่าของขอบทางซึ่งเป็นค่าที่ไม่ถูกต้อง ระบบวิเคราะห์สัญญาณจราจรจะสามารถบอกสัญลักษณ์ของป้ายสัญญาณจราจรว่าเป็นป้ายเลี้ยวซ้ายหรือเลี้ยวขวาในระยะที่แตกต่างกันได้ โดยระยะที่เหมาะสมจะไม่เกิน 5 เมตร

การวิเคราะห์สิ่งกีดขวาง

ในการวิเคราะห์สิ่งกีดขวางด้วยอุปกรณ์ Laser Range จะสามารถบอกตำแหน่ง และองศาของวัตถุว่าอยู่ทางด้านซ้ายหรือทางด้านขวากี่องศา และระยะห่างตัวรถกับสิ่งกีดขวางได้ ทั้งนี้ระยะตรวจจับจะแม่นยำมากขึ้นถ้าวัตถุอยู่ด้านหน้าของตัวรถ

การวิเคราะห์สัญญาณ GPS

ในการวิเคราะห์สัญญาณ GPS จะทำการระบุตำแหน่งโดยการอ่านข้อมูลจากอุปกรณ์ GPS Module ไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ ผ่าน USB พอร์ทแล้วนำข้อมูลที่อ่านได้มาแยกให้เหลือเฉพาะข้อมูลที่ขึ้นต้นด้วย "$GPRMC" ซึ่ง Sentence นี้จะให้พิกัดมุ่งหน้า, ความเร็ว และพิกัดตำแหน่งละจิจูด-ลองจิจูด ซึ่งพิกัดตำแหน่งนี้จะนำมาคำนวณหาค่า(x,y) ที่จะนำมาใช้พล็อตจุดลงบน Scale แผนที่เพื่อให้ทราบถึงตำแหน่งของรถในขณะเคลื่อนที่ และเส้นทางการเคลื่อนที่ของรถ

การระบุทิศทางโดยใช้แผนที่

ในการรถบุทิศทางโดยใช้แผนที่ ระบบนี้จะเป็นการกำหนดเส้นทางการเคลื่อนที่ของรถขณะที่เคลื่อนที่ผ่านเส้นทางที่เป็นทางโค้งหรือทางแยก เพราะระบบตัดสินใจกลางไม่สามารถที่จะกำหนดเส้นทางที่ตายตัวได้เมื่อมีการเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งต่างๆ ระบบนี้จะเป็นเหมือนผู้ชี้เส้นทางที่ถูกต้องให้รถเคลื่อนที่ไปยังเป้าหมายได้อย่างถูกต้องตามที่ผู้ใช้ต้องการ ซึ่งระบบการบอกทิศทางโดยใช้แผนที่ จะต้องอาศัยข้อมูลจากระบบระบุตำแหน่งด้วย GPS มาทำการเปรียบเทียบตำแหน่งของรถขณะเคลื่อนที่ว่าอยู่ตำแหน่งไหน หากรถเคลื่อนที่มาถึงจุดที่ผู้ใช้กำหนดให้ทำการเลี้ยว ระบบตัดสินใจกลางจะสอบถามและรับคำสั่งการเลี้ยวนี้ไปควบคุมสั่งการต่อไป

การวิ่งรถอัตโนมัติในสนามฟุตบอล

ในการวิ่งรถอัติโนมัติในสนามฟุตบอลสามารถทำการวิ่งได้ดี และสามารถวิ่งได้ครบรอบสนามในสภาวะที่มีแสงน้อย เพราะในสภาวะที่มีแสงน้อยจะไม่เกิดเงาของต้นไม้ ซึ่งเงาต้นไม้จะเป็นอุปสรรคในการวิ่งรถอัติโนมัติในสนามฟุตบอล ระบบสามารถตรวจจับป้ายสัญญาณจราจรและสามารถหลบหลีกสิ่งกีดขวางได้ถูกต้อง